

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 06163255
PUBLICATION DATE : 10-06-94

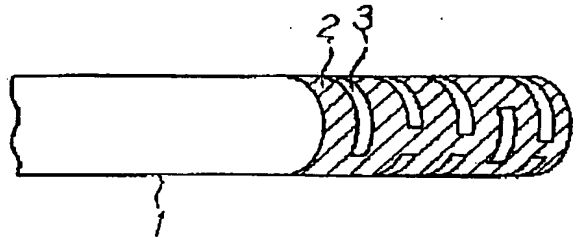
APPLICATION DATE : 02-06-92
APPLICATION NUMBER : 04166812

APPLICANT : MITSUI MINING & SMELTING CO LTD;

INVENTOR : HANE AKIRA;

INT.CL. : H01F 7/22 H01B 12/02 H01F 5/08
H01L 39/06 H01R 4/68

TITLE : SUPERCONDUCTING CURRENT
CONNECTION PART



ABSTRACT : PURPOSE: To realize the current connection part of oxide superconductor capable of supplying a large current with excellent reproducibility, by sintering and unifying conductive paste spread on the oxide superconductor surface and a silver foil arranged on the conductive paste so as to be in close contact with the paste.

CONSTITUTION: After the powder of Bi-Sr-Ca-Cu-O based oxide superconductor is subjected to cold hydrostatic pressure treatment, formed in a rod type, and sintered, a silver foil 2 is wound around the end portion of a rod type specimen 1, and cold hydrostatic pressure treatment is performed under the same pressure as the above. Silver paste is spread on slits 3 of the silver foil 2 part and dried. Then an oxide superconducting current lead is formed by sintering. Thereby the contact resistance of the oxide superconductor and a current connection part can be made lower than or equal to $1/10^8 \Omega \text{cm}^2$ with excellent reproducibility. When a large current is applied, heat is not generated, so that a current connection part having high mechanical strength can be obtained.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-163255

(43) 公開日 平成6年(1994)6月10日

| (51) Int.Cl. ⁵ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|---------------------------|---------|---------|-----|--------|
| H 0 1 F 7/22 | Z A A J | | | |
| H 0 1 B 12/02 | Z A A | 7244-5G | | |
| H 0 1 F 5/08 | Z A A E | 4231-5E | | |
| H 0 1 L 39/06 | Z A A | 9276-4M | | |
| H 0 1 R 4/68 | Z A A | 7354-5E | | |

審査請求 未請求 請求項の数2(全4頁)

(21) 出願番号 特願平4-166812

(22) 出願日 平成4年(1992)6月2日

(71) 出願人 000006183

三井金属鉱業株式会社

東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号

(72) 発明者 星野 和友

埼玉県上尾市大谷本郷441-19

(72) 発明者 羽根 晶

埼玉県北本市東間2-54

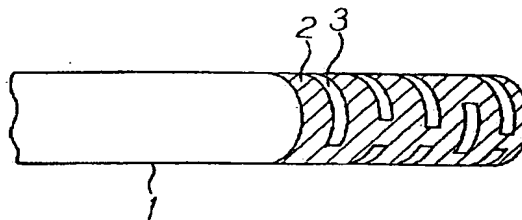
(74) 代理人 弁理士 佐藤 孝夫

(54) 【発明の名称】 超電導電流接続部

(57) 【要約】

【構成】 酸化物超電導体1表面に、間隙を置いて密着配置された銀箔2と、前記間隙3に塗布された導電ペーストとが焼結されて一体化するとともに銀及び導電組成物が酸化物超電導体表面部に含浸されてなるか、もしくは酸化物超電導体表面に、塗布された導電ペーストと、この導電ペースト上に密着配置された銀箔とが焼結されて一体化するとともにこれらが酸化物超電導体表面に含浸されてなる超電導電流接続部。

【効果】 酸化物超電導体と電流接続部との接触抵抗を $1/10^4$ オーム cm^2 以下に再現性よく形成でき、大電流を通电しても発熱の心配が無く、機械的強度の高い電流接続部が得られる。



(2)

特開平6-163255

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 酸化物超電導体表面に、間隙を置いて密着配置された銀箔と、前記間隙に塗布された導電ペーストとが焼結されて一体化するとともに銀及び導電ペーストが酸化物超電導体表面部に含浸されてなる超電導電流接続部。

【請求項2】 酸化物超電導体表面に、塗布された銀ペーストと、この銀ペースト上に密着配置された銀箔とが焼結されて一体化するとともにこれらが酸化物超電導体表面に含浸されてなる超電導電流接続部。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、室温部の電源から液体ヘリウム温度の超電導コイル等に酸化物超電導体の電流リードを用いて大電流を供給する際の、酸化物超電導体の電流接続部に関する。

【0002】

【従来の技術およびその問題点】超電導材料は、臨界温度 T_c 以下でゼロ抵抗、完全反磁性、ジョセフソン効果等の特性を示す材料である。金属系の超電導材料は臨界温度が20K未満と低いが、液体ヘリウム温度(4.2K)で超電導コイルに大電流を流すことにより無損失で高磁場を発生することが可能となっている。これらは磁気浮上列車、核磁気共鳴診断装置等に利用される。

【0003】電流リードは室温部の電源から極低温の超電導磁石等の超電導機器に数百〜数千Aの電流を供給するものであり、従来は抵抗を下げるために断面積の大きい丸棒状等の銅が用いられた。しかし、常電導の銅を用いると、a)リード線の電気抵抗によるジュール熱、b)熱伝導によるリード線を通じての熱流入、がある。これらは電力の損失、冷媒であるヘリウムの損失につながるため、最小の損失となるようその形状については種々の検討が行われている。

【0004】さらには、1987年に発見されたY-Ba-Cu-O系超電導体や1988年に発見されたBi-Sr-Ca-Cu-O系超電導体等の酸化物高温超電導体は臨界温度が液体窒素温度以上であり、77Kという比較的高い温度で超電導状態が実現される。これら酸化物超電導体を線材に加工してコイル等を製造することが試みられているが、焼結体を用いて大電流を通電するための導体として応用することも考えられる。この場合、銅と比較して熱伝導率が一桁以上小さいので、上記電流リードとしての用途に適用するのに極めて有望である。しかしながら、酸化物超電導体を用いる場合、銅線との接続が問題となる。酸化物には半田付けは適用できず、1つの手段として導電ペーストを塗布する方法が考えられるが、この手法では接触抵抗が $1/10^2 \Omega \text{cm}^2$ と大きく大電流を流すことはできない。

【0005】半田付けで銅線等を接続するには酸化物の表面を改質する必要があり、銀箔を圧着した後、熱処理

2

を施す等の手法で低接触抵抗の実現が可能であることが既に出願されている特開平2-203096に開示されている。しかし、この場合には、銀箔が剥がれ易く強固な結合を形成するのが困難である。また接触抵抗も導電ペーストの場合と同程度であり、銀ペーストのみ塗布しただけでは銀線取付けの半田部の機械的強度が弱く外れ易く、再現性よく大電流を流すことができないものである。

【0006】本発明は、室温部の電源から液体ヘリウム温度の超電導コイル等に酸化物超電導体の電流リードを用いて再現性よく大電流を供給し得る酸化物超電導体の電流接続部を提供することを目的とする。

【0007】

【問題点を解決するための手段】第1の発明の電流接続部は、酸化物超電導体表面に、塗布された導電ペーストと、この導電ペースト上に密着配置された銀箔とが焼結されて一体化するとともにこれらが酸化物超電導体表面に含浸されてなる超電導電流接続部により前記問題点を解決し、また、第2の発明の電流接続部は、酸化物超電導体表面に、間隙を置いて密着配置された銀箔と、前記間隙に塗布された導電ペーストとが焼結されて一体化するとともに銀及び導電ペーストが酸化物超電導体表面部に含浸されてなる超電導電流接続部により前記問題点を解決したものである。

【0008】図1は第2の発明における電流接続部の一実施例を示すものであり、この図1において、1は酸化物超電導体であり、この酸化物超電導体端部に銀箔2が密着配置されている。この銀箔2にはスリット状の間隙3が設けられており、間隙3には導電性ペーストが塗布され、これら全体が焼結されて、銀箔2と導電性組成物とが一体化し、かつこれらが酸化物超電導体表面に含浸されてなる。

【0009】図1における間隙3は、その上に導電性ペーストが塗布されて焼結された場合に酸化物超電導体表面に均一に導電性物質が含浸できるように形成されていればよく、従って間隙3はその方向が横でもあるいは縦でもよく、またその形成方法は例えばテープ状の銀箔を間隔を置いて酸化物超電導体に巻き付けるようにしてもよい。導電性ペーストとしては、銀ペースト、銀合金ペースト(例えばAg-Pd合金)、銅ペースト等が使用できる。

【0010】第1の発明における電流接続部の一実施例においては、酸化物超電導体表面に導電ペーストを塗布し、その上に銀箔を巻き付け、これらを焼結して電流接続部を形成する。この焼結により、導電ペーストとその上の銀箔とが一体化し、同時にそれらが酸化物超電導体表面に含浸される。

【0011】

【実施例1】Bi-Pb-Sr-Ca-Cu-O系酸化物超電導体(Bi:Pb:Sr:Ca:Cu=0.8:

(3)

特開平6-163255

3

0.2:0.8:1.0:1.4)の粉末を冷間静水圧処理(3ton/cm²)で直径12mm、長さ200mmの棒状に成型した。これを845℃で48時間焼結した後、棒状試料の端部に厚さ20μm、幅20mmの銀箔(幅2mm、長さ5mmのスリットを2mm間隔で入れたもの)を巻き、再び前と同じ圧力で冷間静水圧処理した。次に銀箔部のスリットに銀ペーストを塗布し、乾燥させた。その後、845℃で48時間焼結し、酸化物超電導電流リードとした。

【0012】図2に示す直流4端子法でこの超電導リードの臨界電流特性と接触抵抗を評価した。なお、測定系の4端子の内、電流リードと電圧リードの間にはほとんど電流は流れないので、両リード間の電位差はほとんど接触抵抗に起因するものと考えられ、その電位差から接触抵抗を算出した。測定の結果、臨界電流は500Aであり、その時4端子の電流リードと電圧リード間の電位差は0.4μVと非常に小さかった。酸化物超電導電流リードの電極部の面積は $\pi \times 1.2 \times 2 = 7.5 \text{ cm}^2$ であり、抵抗値は $0.4 \times (1/10^9) \div 500 = 8 \times (1/10^{10})$ オームである。よって、接触抵抗値は $8 \times (1/10^{10}) \times 7.5 = 6 \times (1/10^9)$ オーム cm^2 である。

【0013】

【実施例2】実施例1と同様の棒状試料を作製し、これ*

表1

| 電流接続部の形成方法 | プル強度 (kg/mm ²) | ピール強度 (kg/mm ²) |
|------------|----------------------------|-----------------------------|
| 実施例1の方法 | 3.8 | 1.7 |
| 実施例2の方法 | 3.0 | 1.4 |
| 銀箔のみで形成 | 0.3 | 0.1 |
| 銀ペーストのみで形成 | 0.7 | 0.5 |

【0017】表1の結果より、本発明の超電導電流接続部は、超電導体と非常に強固に結合していることがわかる。

【0018】

【発明の効果】以上のような本発明によれば、以下の効果が期待できる。

(1) 酸化物超電導体と電流接続部との接触抵抗を $1/10^9$ オーム cm^2 以下に再現性よく形成でき、大電流を通電しても発熱の心配が無い。

(2) 超電導体と銀箔の間に導電ペーストが含まれ、銀箔は超電導体に完全に固着されるので、機械的強度が高い。

4

*に銀ペーストを塗布し、実施例1と同様でスリットの無い銀箔を巻き付けた。乾燥後、実施例1と同様に焼結した。実施例1と同様に接触抵抗を測定したところ、 $8 \times (1/10^9)$ オーム cm^2 の良好な値を得た。

【0014】

【比較例】実施例1と同様にして棒状試料を作製し、スリットの無い銀箔を巻き付け、銀ペーストを使用せず、実施例1と同様の処理を行った。5本の棒状試料を作製したが、4本は銀箔が超電導体から剥離してしまった。残りの1本について、実施例1と同様に接触抵抗を測定したところ、 $3 \times (1/10^9)$ オーム cm^2 と悪かった。

【0015】

【実施例3】Bi系超電導板(5×5×0.3cm)の上に、実施例1及び2と同様の方法で厚さ20μm、1×1cmの銀箔を形成し、その上に半田付けで銅線を接続した。図3に示すように、この銅線5に力を加えてプル(pull)強度とピール(peel)強度を測定した。なお、図3における3は半田付け部である。比較のため、比較例と同様の方法で銀ペーストを使用せず、超電導板1の上に銀箔を形成した場合、及び銀ペーストのみを1×1cmの大きさに塗布した場合についても同様に試験した。これらの結果を表1に示す。

【0016】

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の発明に係る電流接続部を形成する工程途中の概略説明図である。

【図2】実施例で用いた接触抵抗測定用の直流4端子測定法の回路説明図である。

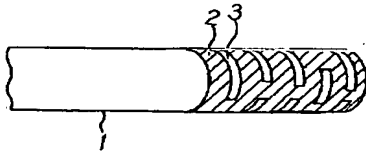
【符号の説明】

- 1 酸化物超電導体
- 2 銀箔
- 3 間隙
- 4 半田付け部
- 5 銅線

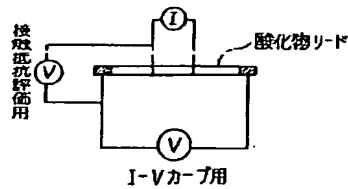
(4)

特開平6-163255

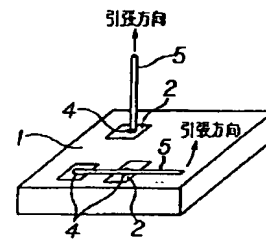
【図1】



【図2】



【図3】



【手続補正書】

【提出日】平成5年11月11日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図面の簡単な説明

【補正方法】変更

【補正内容】

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の発明に係る電流接続部を形成する工程途中の概略説明図である。

【図2】実施例で用いた接触抵抗測定用の直流4端子測

定法の回路説明図である。

【図3】実施例で行なったプル強度およびピール強度の測定法を示す概略説明図である。

【符号の説明】

- 1 酸化物超電導体
- 2 銀箔
- 3 間隙
- 4 半田付け部
- 5 銅線